1200V DIP-IPM 应用手册

（英文版对照 DPH-3544e-A）

三菱电机

http://

目　录

1. 1200V DIP-IPM 产品介绍 4

1.1 产品一览 4
1.2 目标应用 4
1.3 功能和特征 4
1.3.1 功能概要 4
1.3.2 主要特征 5

2. 电气特性 6

2.1 最大额定值 6
2.2 电气特性 7
2.2.1 热阻 7
2.2.2 静特性和开关特性 7
2.2.3 控制（保护）特许 8
2.2.4 机械特性 9
2.3 推荐工作条件 9

3. 封装概要 10

3.1 封装外形图 10
3.2 绝缘间距 11
3.3 激光标签 11
3.4 输入/输出端子定义 12
3.4.1 端子名称 12
3.4.2 输入/输出端子的定义 13
3.4.3 保护功能 14
3.4.4 工作时序 14
3.5 安装指南(平整度/安装扭矩/螺栓类型/导热胶脂) 15

4. 应用指南 16

4.1 系统连接框图 16
4.2 输入电路 17
4.2.1 控制输入信号端子内部结构 17
4.2.2 输入信号额定电压 17
4.3 单电源驱动方案 18
4.3.1 充电初始化 18
4.3.2 变频运行时自举电容的充放电 18
4.3.3 控制电路的电流特性 22
4.4 典型接口电路举例 24
4.4.1 直接输入的接口电路 24
4.4.2 带高速光耦的接口电路 25
4.4.3 保护电路连线指南 26
4.4.4 缓冲电路 26
4.4.5 信号输入连接 27
4.4.6 母线电流检测电阻的连线注意事项 27
4.5 短路保护功能 28
4.5.1 短路保护时序 28
4.5.2 DIP-IPM 的安全工作区（SOA） 29

http://www.keling.com.cn

4.6 故障输出电路 29
4.7 控制电源指南 30
4.7.1 欠压保护时序 30
4.7.2 其他指南 31
5. 其它事项 32
5.1 运输注意事项 32

http://www.keling.com.cn

1. 1200V DIP-IPM 产品介绍

1.1 产品一览

表 1.1 1200V DIP-IPM 产品一览

型　号	IGBT 额定值(I_C /V_{CES})	电机功率	绝缘耐压
PS22052	5A / 1200V	0.75 kW / 440VAC	V_{iso} = 2500Vrms (正弦，1 分钟)
PS22053	10A / 1200V	1.5 kW / 440VAC	
PS22054	15A / 1200V	2.2 kW / 440VAC	
PS22056	25A / 1200V	3.7 kW / 440VAC	

注: 表中电机功率指的是用于通用变频器的电机功率。实际能够达到的输出功率可能因应用条件不同而相异。

1.2 目标应用

小功率工业电动机驱动，柜式空调机等。

1.3 功能和特征

1.3.1 功能概要

图 1.1 (a), (b)和(c)分别是 1200V DIP-IPM 的封装结构图，内部结构剖面图和内部电路框图。 1200V DIP-IPM 是采用压注模封装技术的双列直插式智能功率模块，模块内部集合了功率硅片，栅极驱动以及 AC400V 小功率电机变频驱动应用的保护电路。

内置铝散热片封装使得模块的散热特性大大提高。

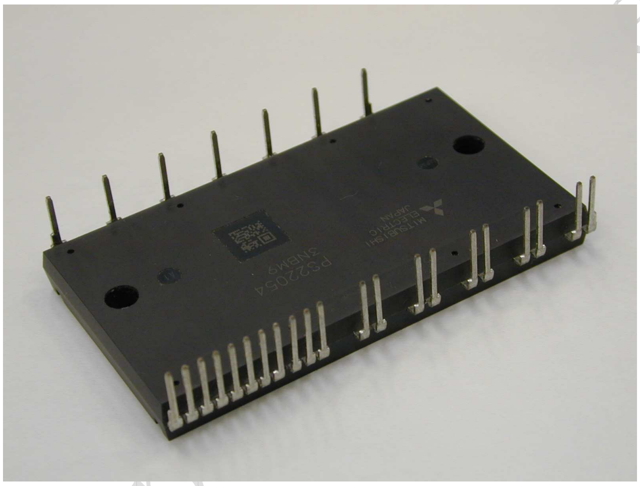


图 1.1 (a) 1200V DIP-IPM 封装照片

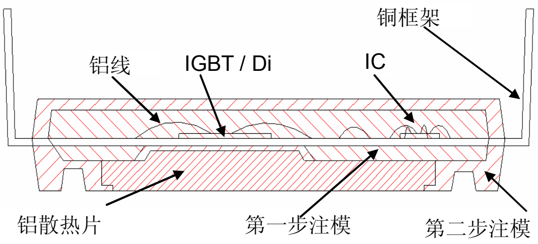


图 1.1 (b) 内部结构剖面图

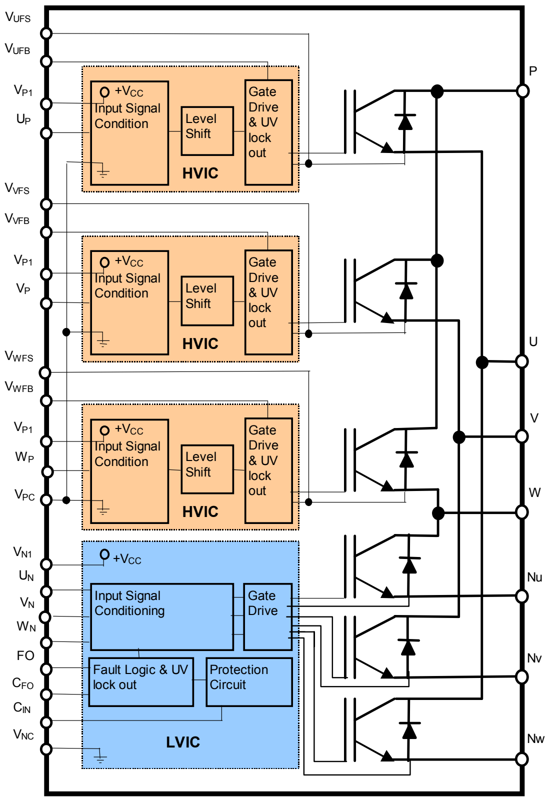


图 1.1 (c) 内部电路框图

图 1.1 1200V DIP-IPM 的内外结构图

1.3.2 主要特征

① 三相 DC/AC 逆变桥采用 1200V 低损耗第 4 代平板型 IGBT 硅片
② 自举电路实现单电源供电 (外接自举电容和二极管)
③ 内置控制和保护功能
  P 侧：控制电压欠压(UV)保护 (无故障信号输出)
  N 侧：内置欠压和外接分流电阻实现短路(SC)保护 (有故障信号输出)
④ 内部集成的 1200V 的高压芯片(HVIC)使得模块不通过光耦或隔离变压器而直接与控制器相连成为可能
⑤ 高电平导通的逻辑，对模块在上电、断电时的控制电源与控制信号的施加没有时序要求

http://www.keling.com.cn

2. 电气特性

2.1 最大额定值

表 2.1 列出 1200V DIP-IPM 的最大额定值参数。

表 2.1 最大额定值（以 PS22056 为例）

MAXIMUM RATINGS (T_j = 25°C, unless otherwise noted)

INVERTER PART

Symbol	Parameter	Condition	Ratings	Unit
V_{CC}	Supply voltage	Applied between P-NU, NV, NW	900	V
$V_{CC(surge)}$	Supply voltage (surge)	Applied between P-NU, NV, NW	1000	V
V_{CES}	Collector-emitter voltage		1200	V
$\pm I_C$	Each IGBT collector current	T_C = 25°C	25	A
$\pm I_{CP}$	Each IGBT collector current (peak)	T_C = 25°C, less than 1ms	50	A
P_C	Collector dissipation	T_C = 25°C, per 1 chip	78.1	W
T_j	Junction temperature	(Note 1)	–20~+125	°C

Note 1 : The maximum junction temperature rating of the power chips integrated within the DIP-IPM is 150°C (@ $T_C \le$ 100°C) however, to ensure safe operation of the DIP-IPM, the average junction temperature should be limited to $T_{j(ave)} \le$ 125°C (@ $T_C \le$ 100°C).

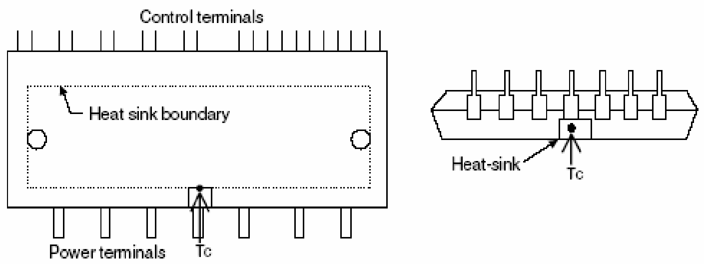
CONTROL (PROTECTION) PART

Symbol	Parameter	Condition	Ratings	Unit
V_D	Control supply voltage	Applied between V_{P1}-V_{PC}, V_{N1}-V_{NC}	20	V
V_{DB}	Control supply voltage	Applied between V_{UFB}-V_{UFS}, V_{VFB}-V_{VFS}, V_{WFB}-V_{WFS}	20	V
V_{IN}	Input voltage	Applied between U_P, V_P, W_P-V_{PC}, U_N, V_N, W_N-V_{NC}	–0.5~V_D+0.5	V
V_{FO}	Fault output supply voltage	Applied between F_O-V_{NC}	–0.5~V_D+0.5	V
I_{FO}	Fault output current	Sink current at F_O terminal	1	mA
V_{SC}	Current sensing input voltage	Applied between CIN-V_{NC}	–0.5~V_D+0.5	V

TOTAL SYSTEM

Symbol	Parameter	Condition	Ratings	Unit
$V_{CC(PROT)}$	Self protection supply voltage limit (short circuit protection capability)	V_D = 13.5~16.5V, Inverter part T_j = 125°C, non-repetitive, less than 2 μs	800	V
T_C	Module case operation temperature	(Note 2)	–20~+100	°C
T_{stg}	Storage temperature		–40~+125	°C
V_{iso}	Isolation voltage	60Hz, Sinusoidal, AC 1 minute, connection pins to heat-sink plate	2500	V_{rms}

Note 2 : T_C MEASUREMENT POINT



Vcc：在无开关动作状态下 P 和 N 之间允许施加的最大电压。如果 P 和 N 之间的电压超过了该值，则需要一个制动单元。

Vcc(surge)：包括开关浪涌在内的 P 和 N 之间最大允许电压。如果 P 和 N 之间的电压超过了该值，则需要采用吸收电路或者降低配线电感。

V_{CES}：内置 IGBT 硅片的耐压

$\pm I_C$：集电极允许持续流过的直流电流(Tf=25°C)

Tj：在 Tc=100°C 和 Tj≤125°C 条件下，可达到高于 1 千万次的功率循环（power cycles）。尽管 Tj=150°C 不一定会导致硅片立即损坏，但是会降低其功率循环。

Vcc(prot)：在短路或过流时能够安全关断 IGBT 允许最大电压。如果电压超过该额定值，可能会导致硅片损坏。

2.2 电气特性

2.2.1 热阻

表 2.2 是 1200V DIP-IPM 的热阻额定值列表。

表 2.2 热阻(以 PS22056 为例)

THERMAL RESISTANCE

Symbol	Parameter	Condition	Limits Min.	Limits Typ.	Limits Max.	Unit
$R_{th(j-c)Q}$	Junction to case thermal resistance (Note 3)	Inverter IGBT part (per 1/6 module)	—	—	1.28	°C/W
$R_{th(j-c)F}$		Inverter FWDi part (per 1/6 module)	—	—	1.70	°C/W
$R_{th(c-f)}$	Contact thermal resistance	Case to fin, (per 1 module) thermal grease applied	—	—	0.047	°C/W

Note 3: Grease with good thermal conductivity and long-term endurance should be applied evenly with about +100µm~+200µm on the contacting surface of DIP-IPM and heat-sink.

稳态热阻，对应于图 2.1 中标幺值 1。例：PS22056 在 0.1 秒时的暂态热阻为：1.28×0.5=0.64℃/W

表 2. 2 中给出的热阻是指稳态下硅片和外壳间的热阻。热阻在 10 秒钟内趋于饱和。热阻随时间变化的关系如图 2.1 所示。

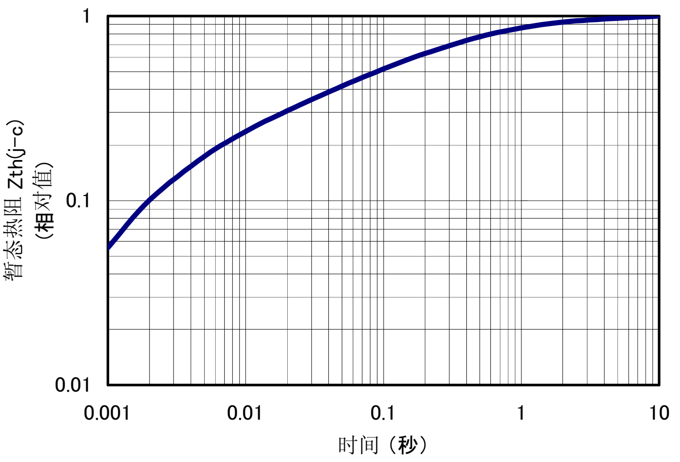


图 2.1 1200V DIP-IPM 的暂态热阻

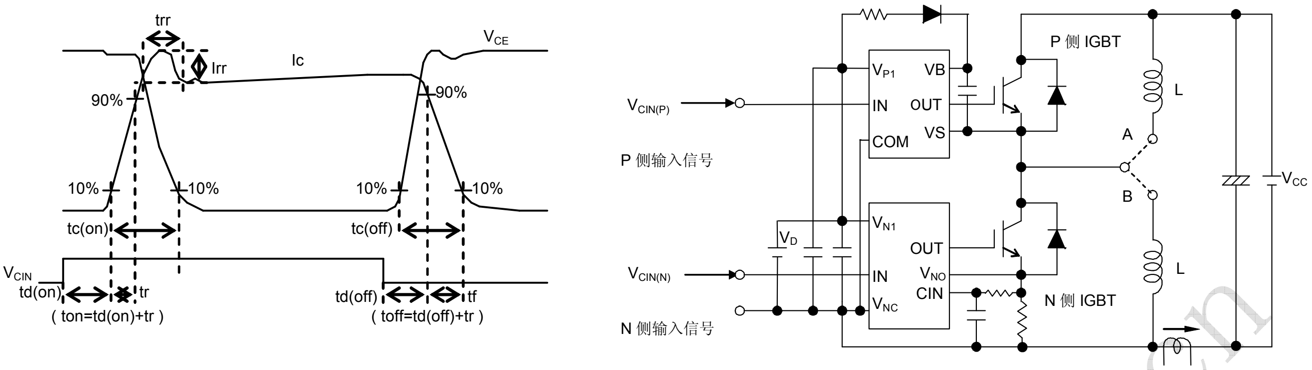
2.2.2 静特性和开关特性

表 2.3 静特性和开关特性(以 PS22056 为例)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_j = 25°C, unless otherwise noted)

INVERTER PART

Symbol	Parameter	Condition		Limits Min.	Limits Typ.	Limits Max.	Unit
$V_{CE(sat)}$	Collector-emitter saturation voltage	$V_D = V_{DB}$ = 15V, V_{IN} = 5V, I_C = 25A	T_j = 25°C	—	2.7	3.4	V
			T_j = 125°C	—	2.5	3.2	
V_{EC}	FWDi forward voltage	$-I_C$ = 25A, V_{IN} = 0V		—	2.5	3.0	V
t_{on}	Switching times	V_{CC} = 600V, $V_D = V_{DB}$ = 15V, I_C = 25A, T_j = 125°C, $V_{IN} = 0 \leftrightarrow 5V$, Inductive load (upper-lower arm)		0.8	1.5	2.2	µs
t_{rr}				—	0.3	—	µs
$t_{c(on)}$				—	0.6	0.9	µs
t_{off}				—	2.8	3.8	µs
$t_{c(off)}$				—	0.6	0.9	µs
I_{CES}	Collector-emitter cut-off current	$V_{CE} = V_{CES}$	T_j = 25°C	—	—	1	mA
			T_j = 125°C	—	—	10	



(a) 开关时间定义　　　　(b) 评价电路 (感性负载)

图 2.2 半桥评价电路

2.2.3 控制（保护）特许

表 2.4 控制（保护）特性(以 PS22056 为例)

CONTROL (PROTECTION) PART

Symbol	Parameter	Condition		Limits Min.	Typ.	Max.	Unit
I_D	Circuit current	$V_D = V_{DB} = 15V$, $V_{IN} = 5V$	Total of V_{P1}-V_{PC}, V_{N1}-V_{NC}	—	—	3.70	mA
			V_{UFB}-V_{UFS}, V_{VFB}-V_{VFS}, V_{WFB}-V_{WFS}	—	—	1.30	mA
		$V_D = V_{DB} = 15V$, $V_{IN} = 0V$	Total of V_{P1}-V_{PC}, V_{N1}-V_{NC}	—	—	3.50	mA
			V_{UFB}-V_{UFS}, V_{VFB}-V_{VFS}, V_{WFB}-V_{WFS}	—	—	1.30	mA
V_{FOH}	Fault output voltage	$V_{SC} = 0V$, Fo circuit pull-up to 5V with 10kΩ		4.9	—	—	V
V_{FOL}		$V_{SC} = 1V$, $I_{FO} = 1mA$		—	—	1.10	V
$V_{SC(ref)}$	Short circuit trip level	$T_j = 25°C$, $V_D = 15V$ (Note 4)		0.43	0.48	0.53	V
I_{IN}	Input current	$V_{IN} = 5V$		0.7	1.5	2.0	mA
UV_{DBt}	Supply circuit under-voltage protection	$T_j \leq 125°C$	Trip level	10.0	—	12.0	V
UV_{DBr}			Reset level	10.5	—	12.5	V
UV_{Dt}			Trip level	10.3	—	12.5	V
UV_{Dr}			Reset level	10.8	—	13.0	V
t_{FO}	Fault output pulse width	$C_{FO} = 22nF$ (Note 5)		1.6	2.4	—	ms
$V_{th(on)}$	ON threshold voltage	Applied between U_P, V_P, W_P-V_{PC}, U_N, V_N, W_N-V_{NC}2.0		2.0	3.0	4.2	V
$V_{th(off)}$	OFF threshold voltage			0.8	1.4	2.0	V

Note 4 : Short circuit protection is functioning only at the low-arms. Please select the value of the external shunt resistor such that the SC trip-level is less than 1.7 times device current rating.

5 : Fault signal is output when the low-arms short circuit or control supply under-voltage protective functions operate. The fault output pulse-width t_{FO} depends on the capacitance value of C_{FO} according to the following approximate equation : $C_{FO} = 9.3 \times 10^{-6} \times t_{FO}$ [F].

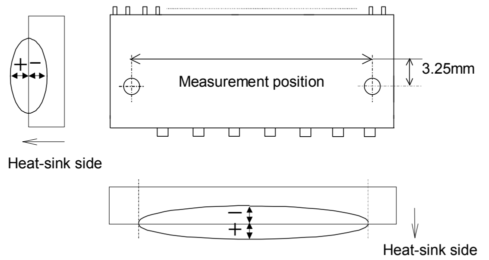
2.2.4 机械特性

表 2.5 机械特性的规格(以 PS22056 为例)

Mechanical Characteristics and Ratings:

Parameter	Condition		Min.	Typ.	Max.	Unit
Mounting torque	Mounting screw: M4	Recommended: 1.18N·m	0.98	–	1.47	N·m
Weight			–	77	–	g
Heat-sink flatness		(Note 6)	–50	–	100	μm

(Note 6)



2.3 推荐工作条件

表 2.6 是使用 1200V DIP-IPM PS22056 模块的推荐使用工作条件。为确保 DIP-IPM 安全正确的工作，请遵循这些条件。不同额定值的 DIP-IPM 模块的工作条件是不同的。模块的详细参数，请参考相应的产品规格书。

表 2.6 推荐工作条件(以 PS22056 为例)

Recommended Operation Conditions :

Item	Symbol	Condition	Recommended Min.	Recommended Typ.	Recommended Max.	Unit
Supply voltage	V_{CC}	Applied between P-NU,NV,NW	350	600	800	V
Control supply voltage	V_D	Applied between V_{P1}-V_{PC},V_{N1}-V_{NC}	13.5	15.0	16.5	V
Control supply voltage	V_{DB}	Applied between V_{UFB}-V_{UFS},V_{VFB}-V_{VFS},V_{WFB}-V_{WFS}	13.5	15.0	16.5	V
Control supply variation	ΔV_D,ΔV_{DB}		-1	—	+1	V/μs
Arm-shoot-through blocking time	t_{dead}	For each input signal, $T_C \le 100°C$	3.3	—	—	μs
PWM input frequency	f_{PWM}	$T_C \le 100°C$, $T_j \le 125°C$	—	—	15	kHz
Output r.m.s current	I_O	V_{CC}=600V, V_D=15V, f_C=15kHz, P.F=0.8, Sinusoidal PWM, $T_C \le 100°C$, $T_j \le 125°C$ (Note 7)			9.2	A_{rms}
Minimum input pulse width	PWIN(on)	(Note 8)	1.5	—	—	μs
	PWIN(off)	$350 \le V_{CC} \le 800V$, $13.5 \le V_D \le 16.5V$, $13.5 \le V_{DB} \le 16.5V$, $-20 \le T_C \le 100°C$, N line wiring inductance less than 10nH (Note 9); $I_C \le 25A$	2.1	—	—	μs
		(same); $25 < I_C \le 42.5A$	2.3	—	—	μs
V_{NC} variation	V_{NC}	Potential difference between V_{NC}-NU,NV,NW including surge voltage	-5.0	—	+5.0	V

(Note 7) The allowable output r.m.s current also depends on user application conditions.
(Note 8) DIP-IPM might make no response to the input on signal with pulse width less than PWIN(on).
(Note 9) DIP-IPM might make no response or not work properly if the input off signal pulse width is less than PWIN(off).

1200V DIP-IPM 模块应用时载波频率的上限推荐值为 15kHz. 然而，允许的电动机电流值随着温度和控制方式(PWM 模式)的不同而变化。PWM 控制信号应根据基本功耗和热特性来确定。故以上参数仅供参考。

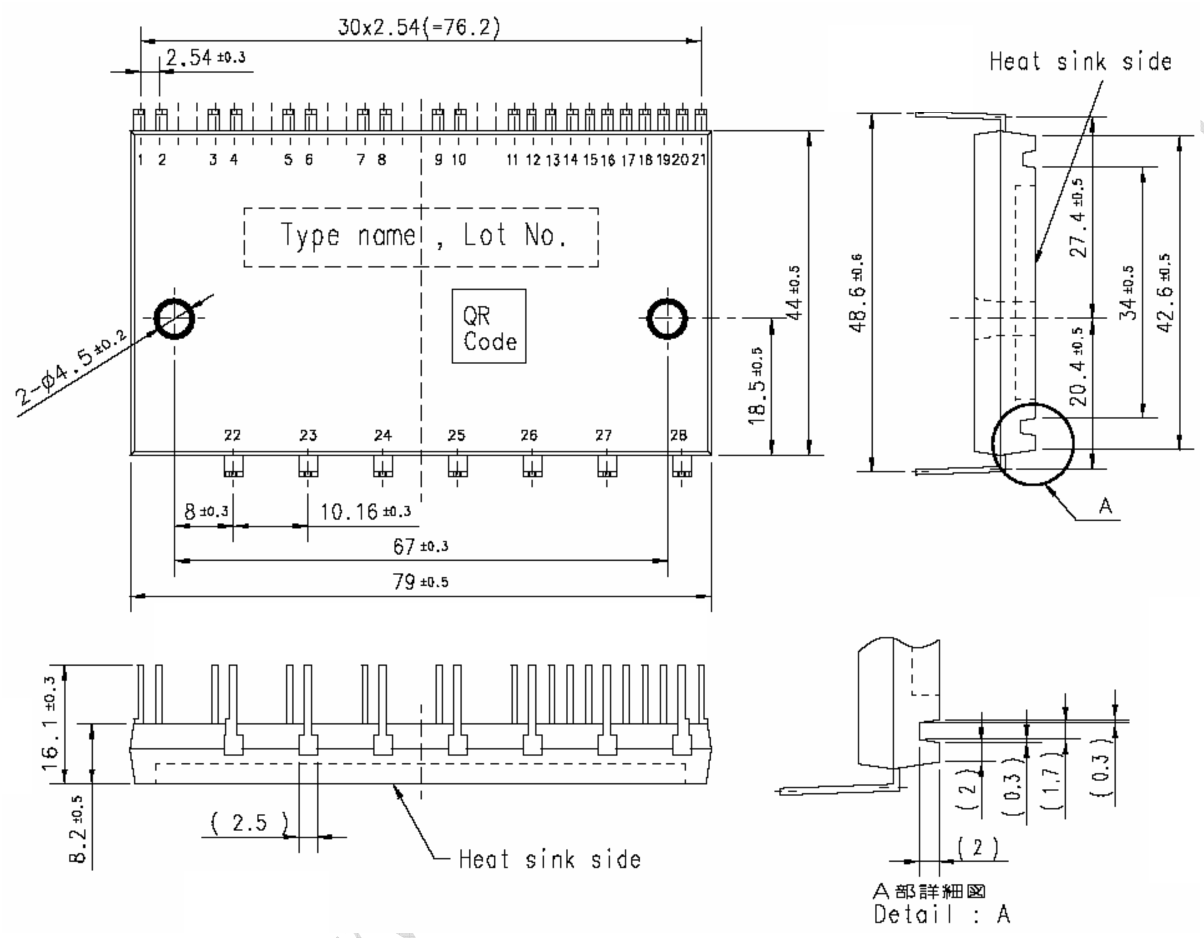
DIP-IPM 模块可能对于脉冲宽度小于 PWIN(on)的开通脉冲信号没有响应。同样， DIP-IPM 模块也可能对于脉冲宽度小于 PWIN(off)的关断脉冲信号没有响应或者延迟到下一个关断脉冲时才响应。

延迟响应主要是由于电流变化 di/dt 和配线电感引起。建议尽可能的降低配线电感，例如缩短线长、采用表面型电阻（减少寄生电感）等。

http://www.keling.com.cn

3. 封装概要

3.1 封装外形图



端子编号:
1.VUFS　2.VUFB　3.VP1　4.UP　5.VVFS　6.VVFB　7.VP1　8.VP　9.VWFS　10.VWFB　11.VP1　12.VPC
13.WP　14.VN1　15.VNC　16.CIN　17.CFO　18.FO　19.UN　20.VN　21.WN　22.P　23.U　24.V　25.W
26.NU　27.NV　28.NW

图 3.1 封装外形图

3.2 绝缘间距

1200V DIP-IPM的绝缘间距满足表3.1中的标准。

表3.1 DIP-IPM的绝缘间距

标准	间距（mm）		爬距（mm）	
UL 508 表 34.1-A 额定电压: 301~600V	9.5		12.7	
	DIP–IPM		DIP–IPM	
	主端子间	7.16	主端子间	7.16
	控制端子间	5.16	控制端子间	5.16
	端子与散热器间	4(10.8)	端子与散热器间	(12.7)

注：将散热器沿着DIP-IPM模块独有的槽安装，如图3.2所示，即能满足绝缘间距和对地爬电距离的要求。表3.1中括弧内的数据是DIP-IPM安装在6.8mm的凸面散热器上的数据。

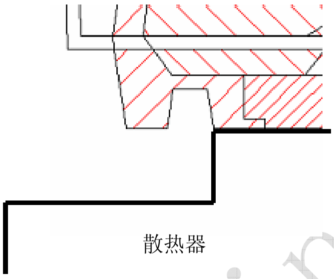


图3.2 满足标准要求的安装方法

3.3 激光标签

1200V DIP-IPM的激光标签的位置如图3.3所示。三菱电机公司名称、模块型号名(Part A)以及制造编号(Part B)均标注于模块的顶部。

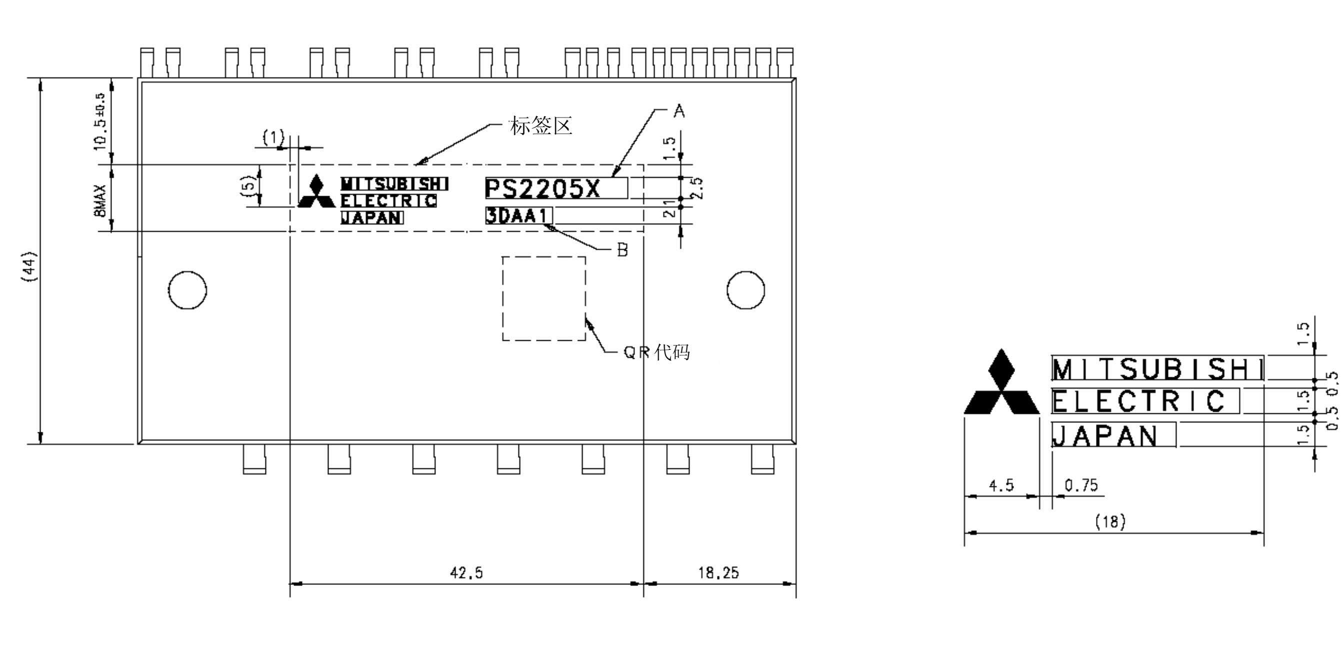


图3.3 激光标签示意图

www.keling.com.cn

3.4 输入/输出端子定义

3.4.1 端子名称

表 3.2 DIP-IPM 的端子列表

DIP-IPM		
端子编号	**端子名称**	**说明**
1	V_{UFS}	U 相 P 侧驱动电源的地
2	V_{UFB}	U 相 P 侧驱动电源的正压端
3	V_{P1}	U 相 P 侧控制电源的正压端
4	U_{P}	U 相 P 侧控制信号输入端
5	V_{VFS}	V 相 P 侧驱动电源的地
6	V_{VFB}	V 相 P 侧驱动电源的正压端
7	V_{P1}	V 相 P 侧控制电源的正压端
8	V_{P}	V 相 P 侧控制信号输入端
9	V_{WFS}	W 相 P 侧驱动电源的地
10	V_{WFB}	W 相 P 侧驱动电源的正压端
11	V_{P1}	W 相 P 侧控制电源的正压端
12	V_{PC}	P 侧控制电源的地
13	W_{P}	W 相 P 侧控制信号输入端
14	V_{N1}	N 侧控制电源的正压端
15	V_{NC}	N 侧控制电源的地
16	CIN	短路保护电压检测端
17	CFO	故障信号输出脉冲宽度设置端
18	F_{O}	故障信号输出端
19	U_{N}	U 相 N 侧控制信号输入端
20	V_{N}	V 相 N 侧控制信号输入端
21	W_{N}	W 相 N 侧控制信号输入端
22	P	逆变器直流输入高压侧
23	U	U 相输出端
24	V	V 相输出端
25	W	W 相输出端
26	N_{U}	U 相桥臂的地 (发射极)
27	N_{V}	V 相桥臂的地 (发射极)
28	N_{W}	W 相桥臂的地 (发射极)

3.4.2 输入/输出端子的定义

表 3.3 DIP-IPM 的输入/输出端子的定义

项目	符号	定义
P 侧驱动电源的正压端 P 侧驱动电源的地	U(V_{UFB})–V_{UFS} V(V_{VFB})–V_{VFS} W(V_{WFB})–V_{WFS}	• P 侧 IGBT 的驱动电源端 • 采用自举电路结构则对于 P 侧的 IGBT 不需要单独的隔离电源。每个自举电容由 N 侧的 VD 电源通过 N 侧相应的 IGBT 在开通时形成的自举充电回路进行充电。 • 如果 VD 电源的电压不稳或者没有足够的电流能力，则可能发生异常工作。为防止由噪声、电源纹波等引起的供电电压不稳定造成的故障，应该在靠近每个驱动电源端子的地方安装具有较好的频率温度特性的平滑电容。 • 在每个控制电源端子处应增加一个齐纳二极管(24V/1W)以防止浪涌破坏。
P 侧控制电源端 N 侧控制电源端	V_{P1} V_{N1}	• 内置 HVIC 和 LVIC 芯片的控制电源端 • 为防止由噪声、电源纹波等引起的供电电压不稳定造成的故障，应该在靠近这些端子的地方安装具有较好的频率温度特性的平滑电容。 • 设计电源时注意由噪声或系统操作引起的电压纹波应在规定范围内。 • 建议在每个控制电源端子处增加一个齐纳二极管(24V/1W)以防止浪涌破坏。
N 侧控制电源的地	V_{NC}	• 内置 HVIC 和 LVIC 芯片控制电源的地 • 为避免噪声干扰，请确保主回路的线电流不流过该端子。
控制信号输入端	U_P,V_P,W_P U_N,V_N,W_N	• 控制信号输入端 • 电压输入型。 这些端子在模块内部与 5V CMOS 构成的施密特触发电路相连。 • 为防止噪声干扰，每个输入端的连线应尽可能的短(小于 2 cm)。 • 为防止信号发生振荡，建议使用 RC 耦合电路。
短路保护电压检测端	CIN	• 电流检测电阻应接在该端子和 V_{NC} 端子间，用于检测短路故障。CIN 端子的输入阻抗约为 600kΩ。 • 采用 CR 滤波器防止噪声干扰。
故障信号输出端	F_O	• 故障信号输出端 • 该输出为集电极开路式。F_O 信号线应通过一个 10kΩ的上拉电阻与 5V 电源相连，以保持在高电平逻辑。
故障信号输出脉冲宽度设置端	CFO	• 该端子用于设置故障信号输出脉冲宽度 • 该端子与 VNC 之间外接一电容来调节故障信号输出的脉冲宽度。 • 推荐电容值为 22nF (脉宽典型值为 1.8ms)。
逆变器直流输入高压侧	P	• 直流输入高压侧 • 在模块内部与所有 P 侧 IGBT 的集电极相连。 • 为抑制由直流母线配线或 PCB 板配线电感引起的浪涌电压，应在靠近 P 和 N 端子的地方接平滑电容。增加一具有较好频率特性的薄膜电容也同样有效。
逆变器直流输入低压侧	N	• 直流输入低压侧 • 在模块内部与所有 N 侧 IGBT 的发射极相连。
逆变器功率输出端	U, V, W	• 逆变器功率输出端，与负载(例如 AC 电机)相连。 • 每个端子在模块内部与 IGBT 半桥臂相连。

3.4.3 保护功能

表 3.4 DIP-IPM 的保护功能

功能	符号	定义
正常驱动	—	• “高电平导通”驱动逻辑 • 低电平输入信号(V_{CIN} < $V_{th(off)}$)驱动 IGBT 关断，高电平输入信号(V_{CIN} > $V_{th(on)}$)驱动 IGBT 开通。
短路保护	SC	• 外接分流电阻检测母线直流电流。当电流超过了规定的短路保护动作触发值，则认为发生了短路故障，N 侧 IGBT 立即被关断。 • 当短路电流流过外接检测电阻时，Fo 端子输出故障脉冲。脉冲宽度取决于 CFO 和 VNC 之间的电容值。当 Fo 脉冲输出后第一个开通信号输入时，开关动作重新置位。
控制电源欠压保护 (UV)	UV_D	• 内部逻辑监测 N 侧控制电源电压。如果电压低于 UV_D 触发值并长达一定时间，则输入给 N 侧 IGBT 的信号被锁住。 • 欠压保护一直持续到控制电源电压超过 UVDr 的复位值。 • 如果控制电源电压上升并超过了复位值，则认为故障已消除，并发出复位信号。
	UV_{DB}	• 一内部逻辑电路模拟上臂浮地电源电压，当此电压低于 UV_{DB} 动作阈值且持续一定时间后，上臂 IGBT 单元的输入信号被闭锁。 • 直到电压超过 UV_{DBr} 复位电平，此控制电路欠压保护状态才被解除。 • 上臂 UV 状态不会输出故障信号。

3.4.4 工作时序

1200V DIP IPM 采用高电平导通的逻辑。

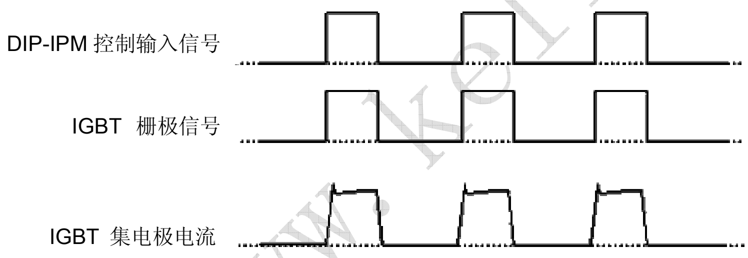
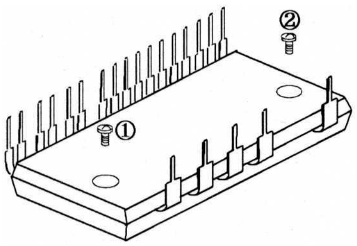


图 3.4 工作时序图

http://www.keling.com.cn

3.5 安装指南(平整度/安装扭矩/螺栓类型/导热胶脂)

当把模块安装在散热器上时，若施加极不平衡的紧固力，模块内部的硅片会受到应力的作用而产生变形从而可能对模块造成损坏或降额。推荐的螺钉安装拧转顺序如图3.5所示。



预拧紧

①→②

最终拧紧

①→②

图 3.5 推荐的螺钉安装拧转顺序

表 3.5 DIP-IPM 的安装扭矩和散热器的平整度规格

项目	条件	最小值	典型值	最大值	单位
安装扭矩	推荐值：1.18N·m 安装螺栓：M4	0.98	1.18	1.47	N·m
散热器表面平整度	–	－50	–	+100	μm

注：通常，预拧紧的扭矩是最大值的 20～30%。

为了获得最大的散热效果，需要尽可能大地增加模块与散热器之间的接触面积，从而使接触热阻最小化。关于模块及散热器平整度(凸凹度/凹度和凸度)的规定请参照图 3.6 和图 3.7，表面的光洁度应为 12.5μm 或更小。

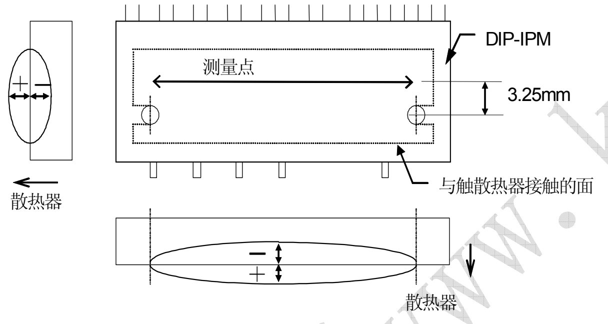


图 3.6 DIP-IPM 模块表面平整度测量位置

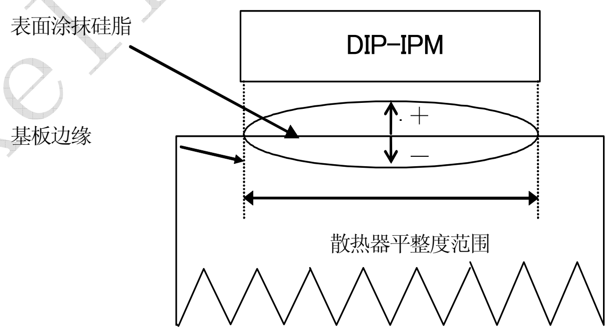


图 3.7 散热器表面平整度测量位置

请在模块和散热器之间的接触面上均匀地涂一层100μm～200μm的导热胶脂。它同时也可以防止模块与散热器接触表面被腐蚀，应选用在整个工作温度范围内性能稳定且寿命持久的胶脂。另外，应使用力矩扳手按推荐的力矩来紧固。一旦力矩超过最大力矩限度就可能导致和上述施加不平衡力来紧固时一样的后果，即模块被损坏或降额。注意不要在模块与散热器之间的接触面上混入任何其它异物。

http://www.keling.com.cn

4. 应用指南

4.1 系统连接框图

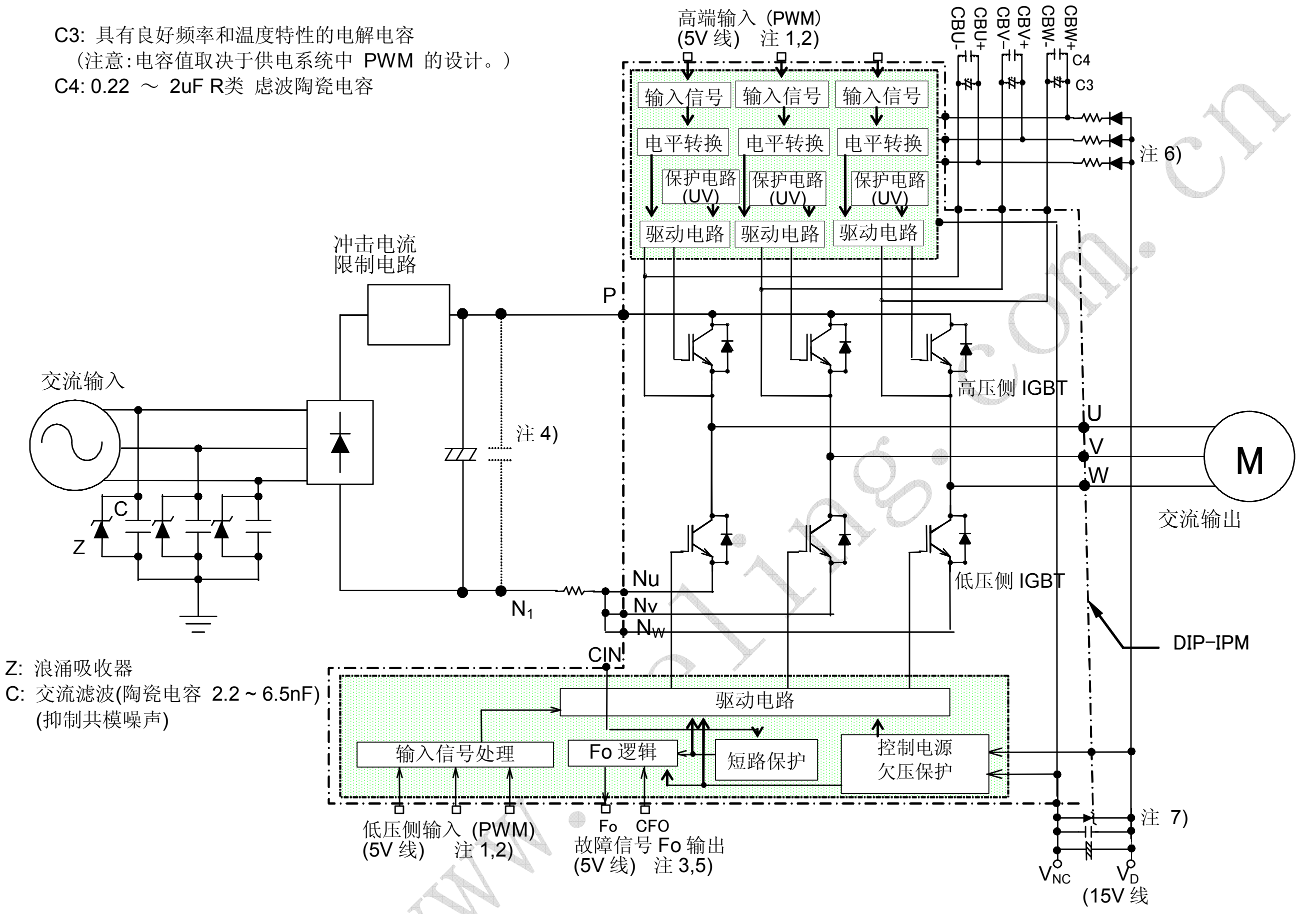


图 4.1 DIP-IPM 系统框图

注1：为了避免信号振荡，推荐在各输入端加RC退耦电路。
注2：由于模块内置了专用HVIC，其控制端子可与CPU 端子直接相连，而不需要任何光耦或变压器等隔离电路。
注3：Fo端子为集电极开路型输出端，其信号线应通过一个约10kΩ的上拉电阻接至控制电源的+5V 端子上。
注4：为了避免DIP-IPM承受过高浪涌电压，直流母线平滑电容与P和N1端子之间的接线应尽可能的短，作为附加保护措施，推荐在靠近直流电源输入端子P和N1处加一小薄膜型浪涌吸收电容(0.1～0.22uF，高压型)。
注5：Fo 输出信号脉宽(t_{FO})由加在CFO 和VNC 之间的外部电容决定(例如：C_{FO} = 22nF → t_{FO} = 2.4ms (典型值))。
注6：自举电路中的二极管应选用耐压为1200V或以上的高压二极管(续流时间在1μs 以下)。
注7：为了保护LVIC 免受浪涌电压的损坏，推荐在VN1和VNC之间加入一个稳压二极管(24V/1W)。

.

4.2 输入电路

4.2.1 控制输入信号端子内部结构

1200V DIP-IPM输入信号逻辑采用高电平驱动，消除了15V电源和单片机信号的启动和关闭顺序的制约，使系统工作更安全。图4.2给出了DIP-IPM的内部输入电路框图。在上下臂信号输入端，各有一个2.5kΩ的下拉电阻，从而外部无需加下拉电阻。开通与关断输入信号的阈值如表4.1所示。

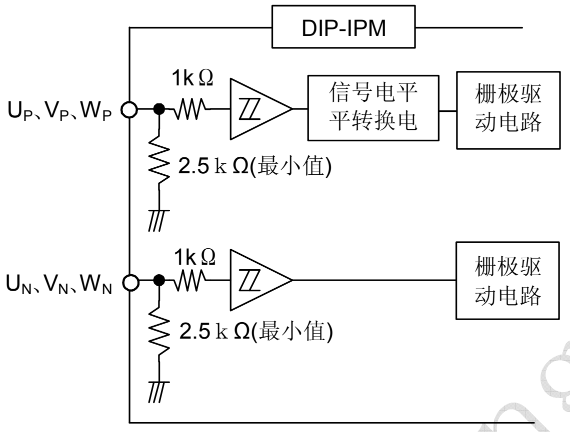


图 4.2 DIP-IPM 输入电路

表 4.1 输入信号电压阈值(VD=15V, Tj＝25℃)

Item	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
1.Turn-on threshold voltage	Vth(on)	U_P, V_P, W_P-V_{NC} terminals	2.0	3.0	4.2	V
2.Turn-off threshold voltage	Vth(off)	U_N, V_N, W_N-V_{NC} terminals	0.8	1.4	2.0	V

4.2.2 输入信号额定电压

模块的输入信号及Fo输出信号电平设计值为5V，但15V信号也可使用。输入信号及Fo输出电压的最大额定值如表4.2所示。由于Fo端子为开放阳极CMOS构造，同时具有输入输出功能，必须将其上拉到5V电源。

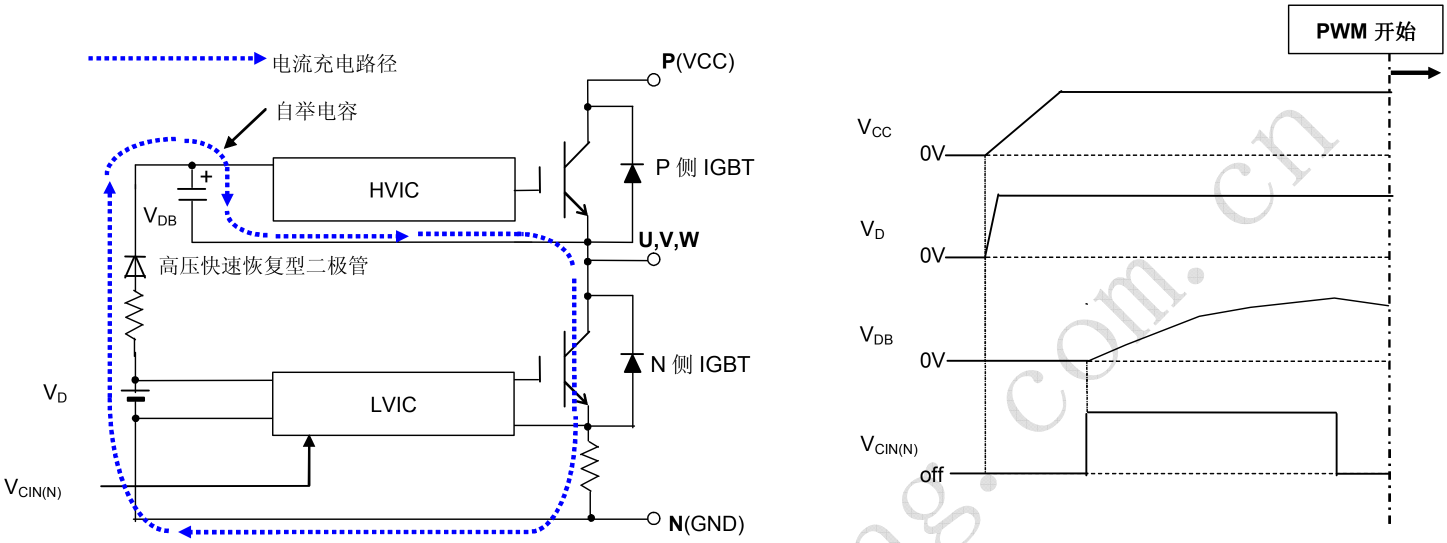
表4.2 输入信号及Fo输出信号电平的最大额定值（Tj＝25℃）

Item	Symbol	Condition	Rating	Unit
Input voltage	V_{CIN}	Applied between U_P,V_P,W_P-V_{NC}, U_N,V_N,W_N-V_{NC}	-0.5～V_D+0.5	V
Fault output voltage	V_{FO}	Applied between Fo-V_{NC}	-0.5～V_D+0.5	V

http://www.keling.com.cn

4.3 单电源驱动方案

4.3.1 充电初始化



自举充电回路　　　　**自举充电时序图**

图 4.3 充电电流回路和自举电路时序

<u>充电:</u>

DIP-IPM启动时，需要一充电脉冲给自举电容初始充电。充电动作如图4.3所示，通过开通下臂(N 侧)的IGBT，自举电容被充电。控制信号应提供足够的脉冲数或脉宽使自举电容能被完全充电。作为参考，100μF电容和50Ω电阻的充电时间为5ms。

4.3.2 变频运行时自举电容的充放电

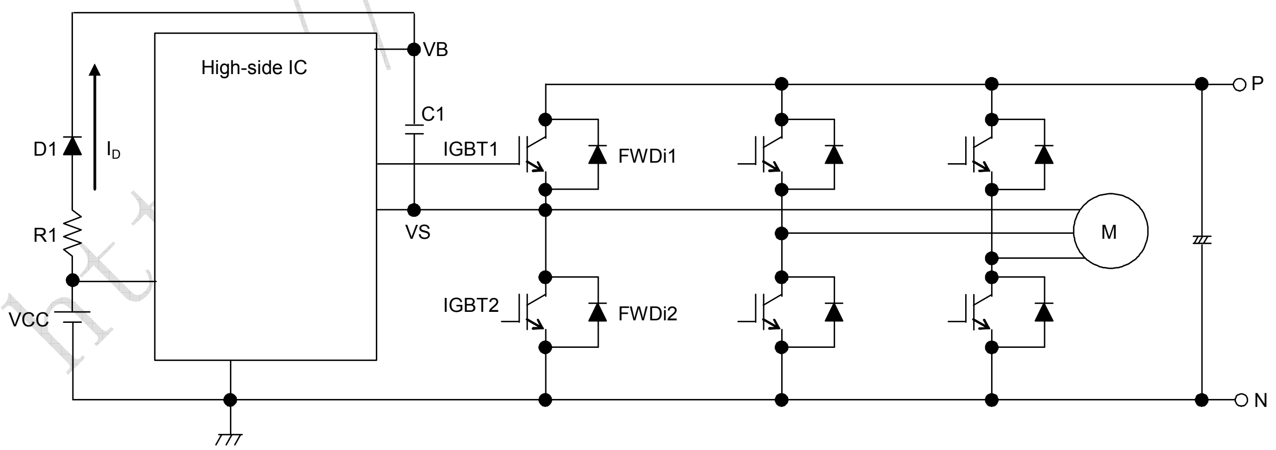


图 4.4 逆变电路示意图

http://www.keling.com.cn

(1) 自举电容(C1)的充电时序

1-1：IGBT2导通(图4.5)

当IGBT2 处于导通状态时，C1上的充电电压(V_{C1})可通过下式来计算：

$$V_{C1}=V_{CC}-V_{F1}-V_{sat2}-I_D \cdot R1 \qquad (过渡过程)$$

$$V_{C1}=V_{CC} \qquad (稳定状态)$$

此处V_{CC}为控制电源电压, V_{F1}为二极管D1的正向导通压降，V_{sat2}为IGBT2的饱和压降. I_D为充电电流，R1为瞬时浪涌限流电阻。

然后,IGBT2被关断，此时上下臂同时处于关断状态，电机电流通过FWD1 进入续流模式。当VS处电位上升至接近P处电位时，C1停止充电。

当IGBT1 处于导通状态时，由于驱动电路要消耗电流，所以C1上的电压将从V_{C1}开始逐渐下降。

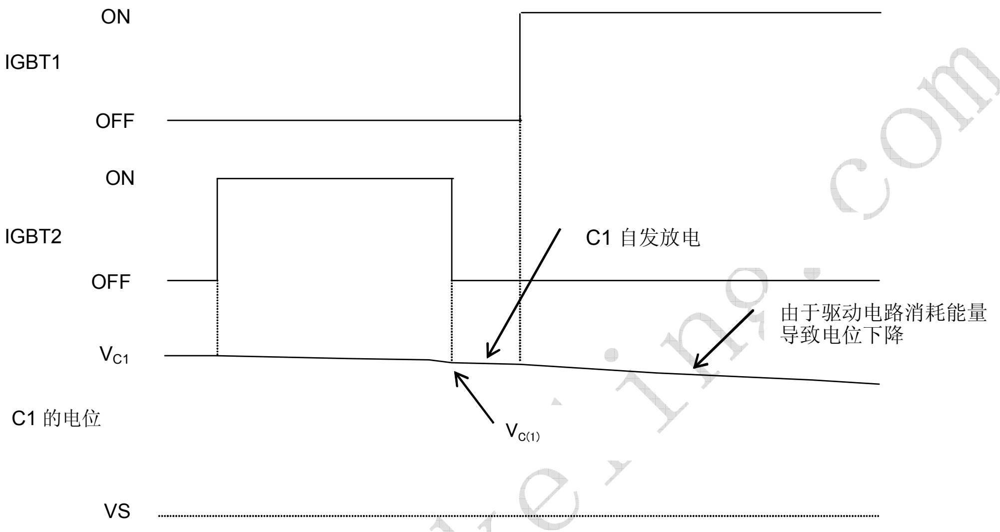


图 4.5 1-1 状态的充放电时序

1-2：IGBT2关断且FWD2导通(图4.6)

当IGBT2关断且FWD2导通时，C1上的充电电压($V_{C(2)}$)可通过下式来计算:

$$V_{C(2)}=V_{CC}-V_{F1}+V_{EC2}$$

此处V_{EC2}为FWD2的正向导通压降。当IGBT2和IGBT1都关断时，通过FWD2保持续流模式。当VS处的电位下降到-V_{EC2}时，C1开始充电以恢复其下降的电位。当IGBT1导通，V_S处电位上升至接近P电位水平时，C1停止充电。由于驱动电路要消耗电流，C1上的电压将从$V_{C(2)}$电位开始逐渐下降。

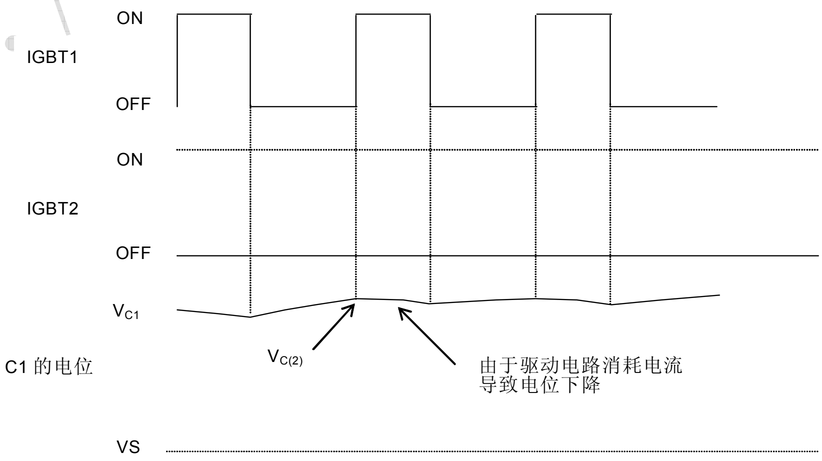


图 4.6 1-2 状态的充放电时序

http://www.ke-ing.com.cn

(2) 自举电容(C1)和电阻(R1)的选择

自举电容的值可通过下式来计算：

$$C1 = I_{BS} \times T1/\Delta V$$

T1为IGBT1的最大通态(ON)脉宽，I_{BS}为IC的驱动电流(考虑温度和频率特性)，ΔV为允许的放电电压。此外，应给计算出的电容值增加一定的裕量。

电阻R1的阻值应使时间常数C1・R1能够满足放电电压(ΔV)能在IGBT2的最小导通脉宽(T2)内被充电完全。然而，如果IGBT1仅仅具有ON－OFF－ON控制模式(图4.7)，时间常数的设定应使在导通ON阶段消耗的电荷能够在关断OFF阶段被补充。

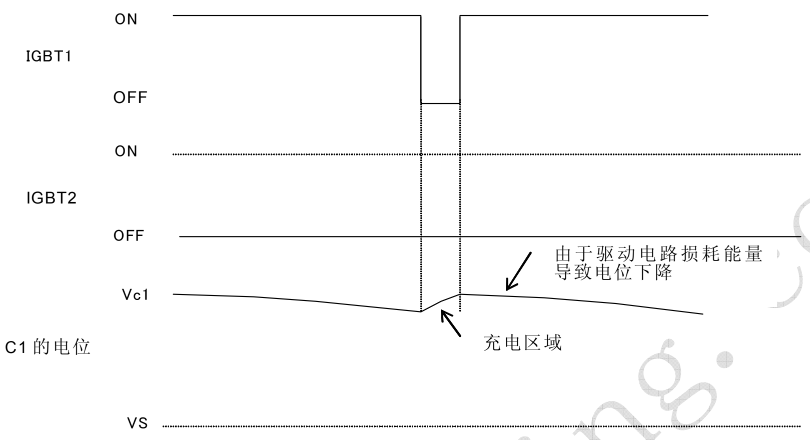


图 4.7 ON－OFF－ON 控制模式时序

http://www.keling.com.cn

自举电路设计举例

■ 自举电容的选择

条件：V_{DB}的电压不降至13.5V以下，例如，ΔV_{DB}(放电电压)=1V，上臂IGBT的最大导通脉冲宽度T1 = 5ms，I_{DB}为1.3mA(最大的额定值)时：

$$C=I_{DB}\times T1/\Delta V_{DB}=6.5\times 10^{-6}$$

即自举电容的计算值为6.5μF。考虑到分散特性和可靠性等，自举电容容值的选择通常为计算值的2～3倍。

■ 自举电阻的选择

条件：自举电容C= 20ΩF，V_D=15V，V_{DB}=14V。如果下臂IGBT的最小导通脉冲宽度t_0或者上臂IGBT的最小关断脉冲宽度t_0为20μs，自举电容在此期间需要被充电ΔVDB=1V，则：

$$R=\{(V_D-V_{DB})\times t_0\}/(C\times\Delta V_{DB})=1\Omega$$

即自举电阻选择为1Ω。

当控制直流无刷电机或者感应电机二相调制时，上臂IGBT将会发生导通时间过长的现象，这会引起自举电容C 上的压降增加。请设计时注意。

注：以上只是一个计算举例，仅供参考。设计时应按照贵公司变频器的控制模式和组件寿命来考虑。

■ 自举二极管的选择

请选用耐压超过1200V的二极管。在DIP-IPM中，电源电压(Vcc)的最大定额为900V，附加浪涌电压100V，则施加在自举二极管上的电压为1000V。再考虑到留有一定裕量，那么二极管的耐压应在1200V。此外，推荐选用具有快速恢复特性的二极管(推荐值为:反向恢复时间小于100ns)。

■ 控制电源的噪声滤波器

建议在控制电源输入管脚(V_{P1}-V_{NC}，V_{N1}-V_{NC}，V_{UFB}-V_{UFS}，V_{VFB}-V_{VFS}，V_{WFB}-V_{WFS})之间加入0.22～2uF的薄膜电容或陶瓷电容。电源线的布线阻抗越小，则滤波电容的值可以选得越小。电源的纹波电压范围应小于2V且噪声波动率应不超过±1V/μs。

参考：

通常有2种控制电源。一种是三端稳压器，其直流输入源于交流变压器。另一种是开关稳压器，其直流输入直接源于直流电源。

注： 在自举电容电压被充满，PWM动作开始前，给上臂各控制信号输入一个复位脉冲信号。

http://www.keling.com.cn

4. 3. 3 控制电路的电流特性

图4.8~图4.10描述了上臂(P侧)浮地电源的典型电流载波频率特性(以PS22056为例)：

条件：V_D=V_{DB} =15V，Tj =-20，25，125°C，Duty =10，30，50，70，90%，fc = 3,5,7,10,15,20kHz

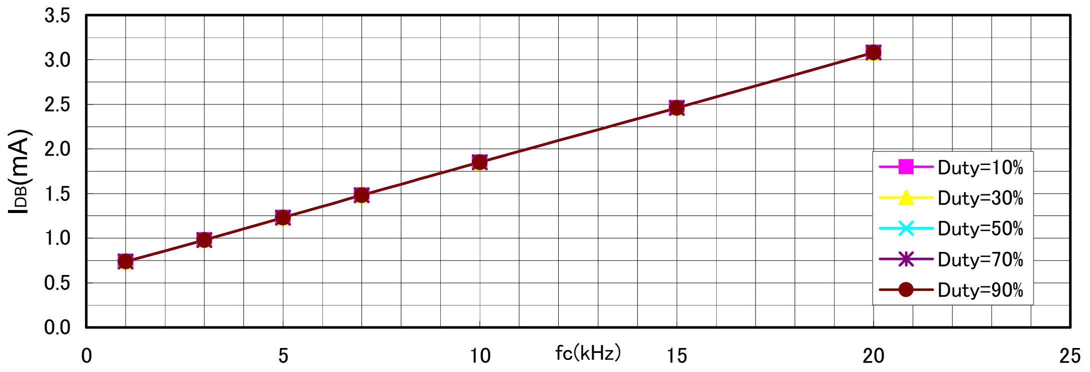


图 4.8 Tj=-20°C 的电流特性

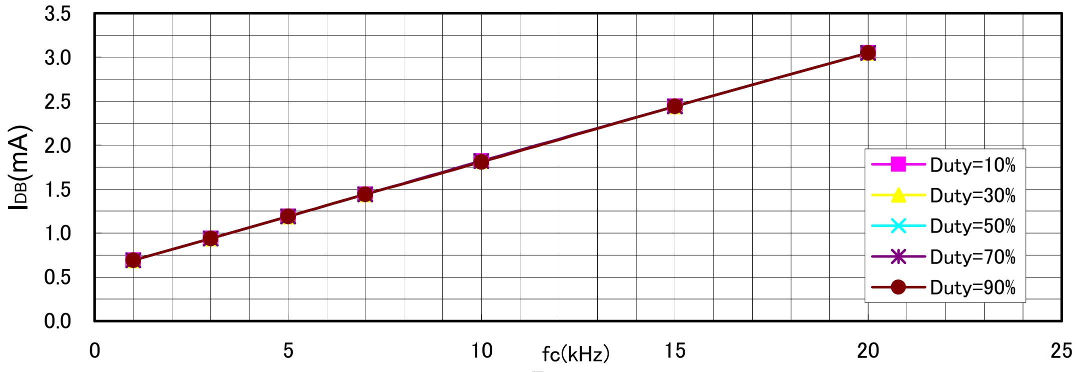


图 4.9 Tj=25°C 的电流特性

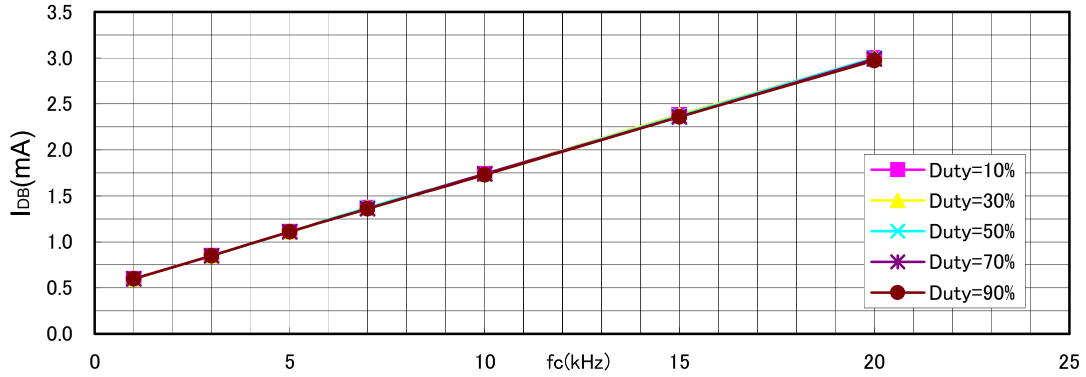


图 4.10 Tj=125°C 的电流特性

表 4.3 各种参数下控制电路电流的典型值（以 PS22056 为例，单位：mA)

Tj (°C)	载波频率 fc(kHz)	占空比（%)				
		10	30	50	70	90
-20	3	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
	5	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23
	7	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48
	10	1.85	1.85	1.85	1.85	1.85
	15	2.46	2.46	2.46	2.46	2.46
	20	3.08	3.08	3.08	3.08	3.08
25	3	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94
	5	1.19	1.19	1.19	1.19	1.19
	7	1.44	1.44	1.44	1.44	1.44
	10	1.82	1.82	1.82	1.82	1.81
	15	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44
	20	3.05	3.05	3.05	3.05	3.05
125	3	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
	5	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11
	7	1.37	1.37	1.37	1.36	1.36
	10	1.74	1.74	1.74	1.74	1.73
	15	2.38	2.38	2.37	2.36	2.36
	20	3.00	3.00	3.00	2.99	2.97

http://www.keling.com.cn

4.4 典型接口电路举例

4.4.1 直接输入的接口电路

图4.11举例给出了当信号直接从单片机输入时的典型应用接口电路。

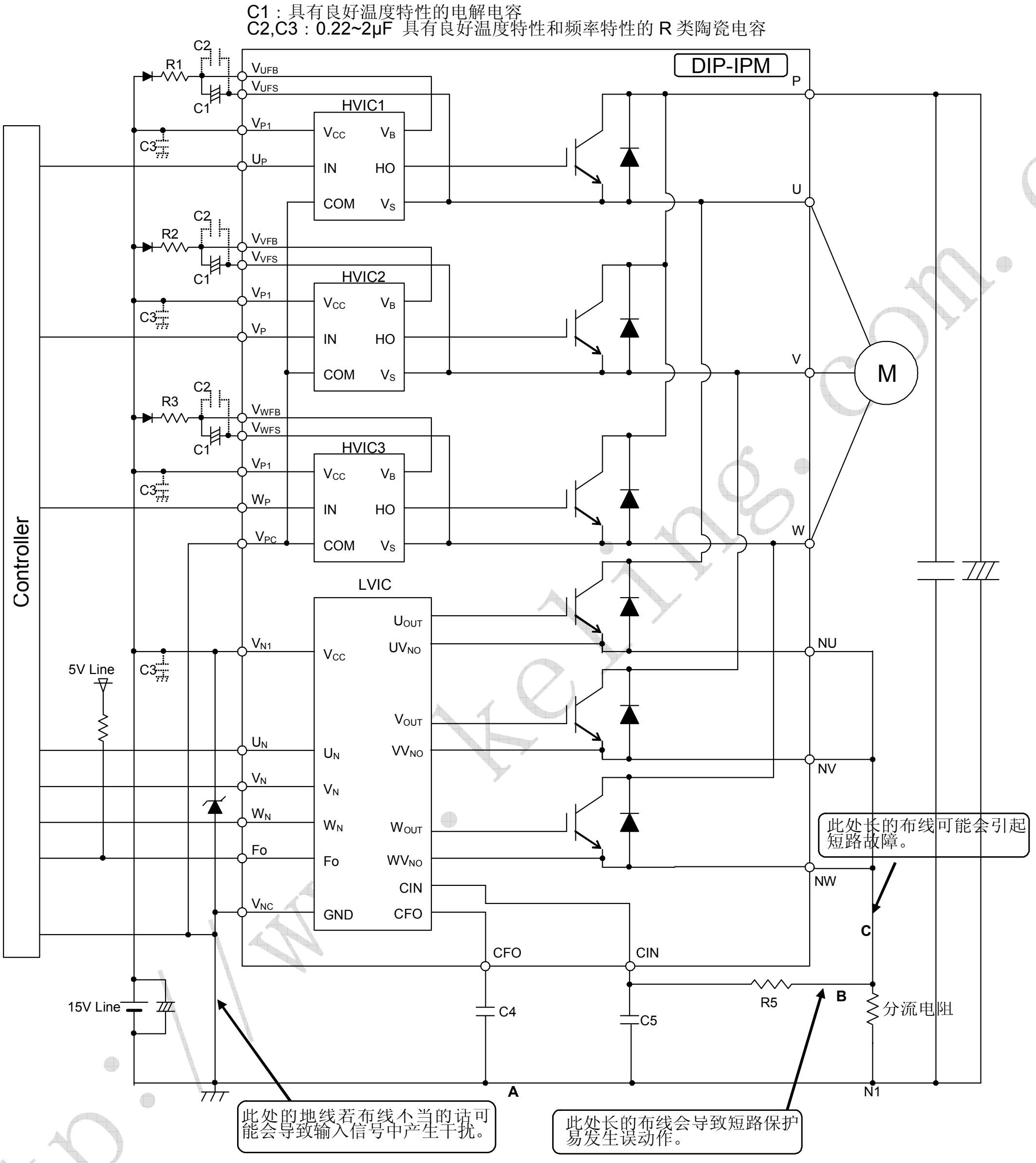


图 4.11 直接输入(不带光耦)时的典型应用接口电路举例

注:

(1) 为了避免信号振荡，每条输入线的配线都应该尽可能的短(小于 2-3cm)

(2) 由于模块内置了专用 HVIC，其控制端子可与 CPU 端子直接相连，而不需要任何光耦或变压器等隔离电路。

(3) Fo 为集电极开路型输出端，其信号线应通过一个约 10kΩ 的上拉电阻上拉到+5V 电源。

(4) Fo 输出信号脉宽(t_{FO})由 CFO 和 VNC 之间的外部电容 C_{FO} 决定(例如：C_{FO} = 22nF→ t_{FO} =2.4ms (典型值))。

(5) 输入信号逻辑为高电平导通。模块内每个输入信号和地之间置有 2.5kΩ(最小值)的下拉电阻。当在每个输入信号端接 RC 退耦电路时，请注意实际的输入信号电平应达到模块开通/关断的阈值电平值。

(6) 为防止保护电路误动作，A、B、C 处的配线应尽可能的短。

(7) 保护电路的时间常数 R5C5,R6C6,R7C7 应设定在使 IGBT 能在 1.5～2μs 以内关断。短路中断时间可能随布线方式的不同而多少有些变化。

(8) 所有电容都应尽量靠近 DIP-IPM 端子。

(9) 为了防止浪涌破坏，平滑电容与 P&N 之间的引线应尽可能的短，推荐在 P&N1 端子之间加约 0.1～0.22μF 的吸收电容。

4.4.2 带高速光耦的接口电路

图4.12 举例给出了采用高速光耦时的典型应用接口电路。

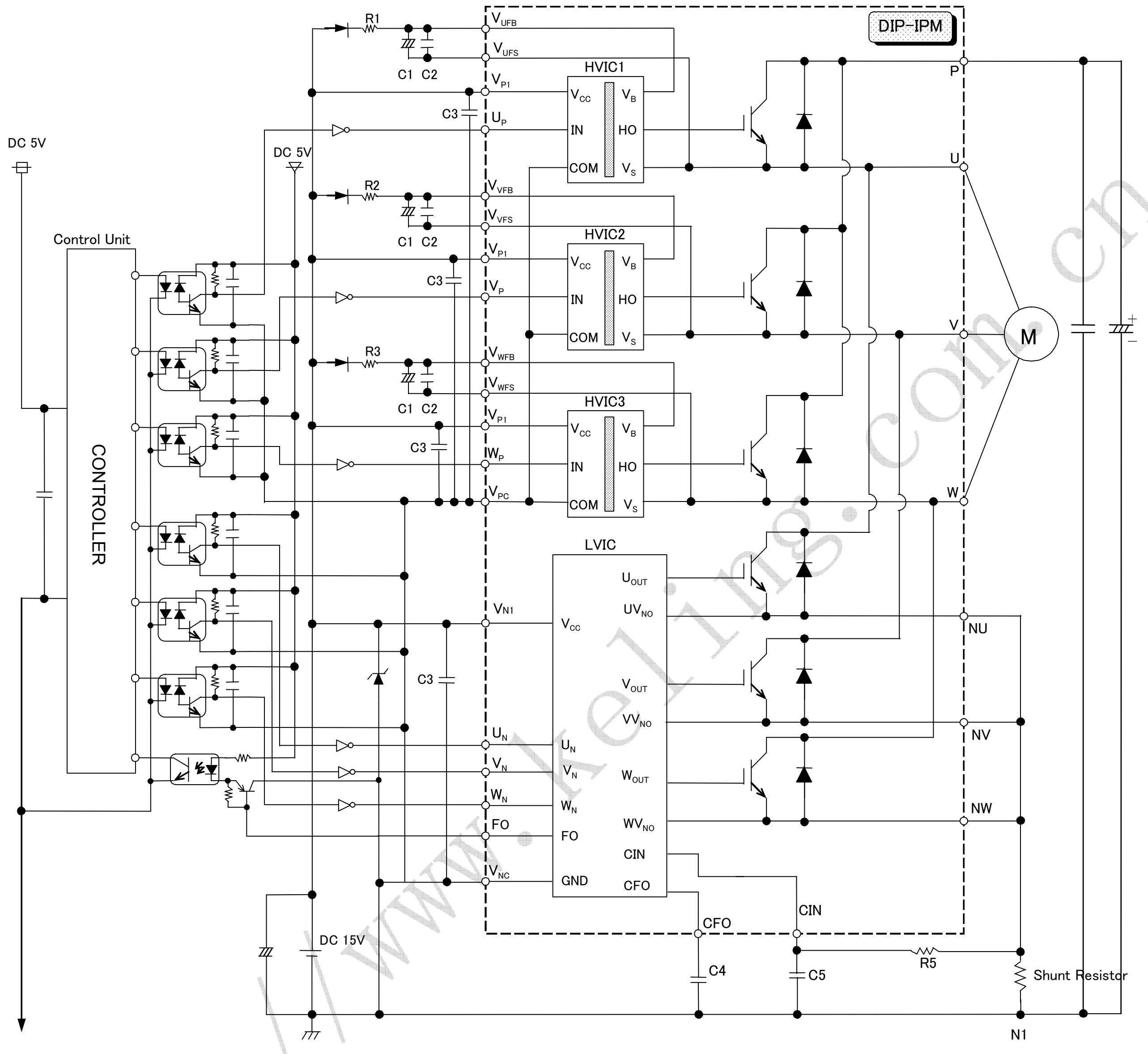


图 4.12 采用高速光耦时的典型应用接口电路举例

注：

(1) 推荐使用高速光耦。

(2) 由于 Fo 输出电流为 1mA(最大值)，不足以驱动光耦。因此在与 Fo 相连的光耦一次测需要加放大器。

4.4.3 保护电路连线指南

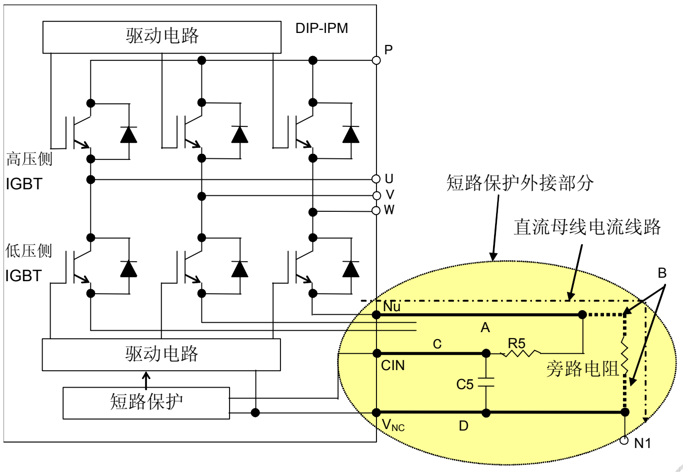


图 4.13 外部保护电路

A. 图 4.13 中 A 部分布线方式

下臂 IGBT 的动作基准地为 V_{NC}，如果图 4.13 中所示 A 部分导线过长，导线电感产生的电压波动将会影响发射极的电位，从而引起 IGBT 误动作。因此,请在尽量靠近 N 管脚处外加旁路电阻。

B. 图 4.13 中 B 部分布线方式

B 部分导线影响短路保护的工作电平。短路保护是通过 CIN-V_{NC} 之间产生的电压(典型值为 0.48V)工作的。如果 B 部分导线过长，导线电感产生的浪涌电压可能会使短路保护功能下降。CIN 和 V_{NC} 之间应尽量避免 B 部分导线，并且应将它们连接到旁路电阻的两端。

C. 图 4.13 中 C 部分布线方式

R5C5滤波器是用来滤除旁路电阻上的噪声干扰。但是，如果C部分导线过长的话，滤波效果将会下降并且噪声很容易干扰到导线。所以，请将R5C5安装到与CIN、V_{NC}管脚尽可能近的地方。

D. 图 4.13 中 D 部分布线方式

D部分导线将会产生以上A、B、C的所有影响。因此GND线应尽可能短。

4.4.4 缓冲电路

如图4.14所示，①和②为缓冲电容插入位置。为了有效的抑制浪涌电压，缓冲电容一般应被安装在图中②的位置上。但是缓冲电容的充放电电流(配线电感和缓冲电容的谐振电流) 会流过旁路电阻，当配线电感足够大时，有可能产生由充放电电流过大而引起短路保护的误动作现象。

为了最大程度抑制浪涌电压，当在旁路电阻的外侧(位置①)加缓冲电容时，A处的配线应尽可能的短，如图中③所示的那样设置。

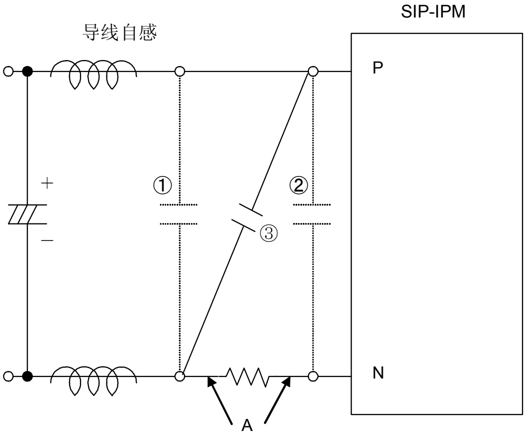


图 4.14 缓冲电路

4.4.5 信号输入连接

1200V DIP-IPM采用高电平驱动方式，并在各输入端内置有一个下拉电阻，故外部的接口电路中不再需要接任何上拉或下拉电阻。

DIP-IPM对输入信号，尤其是关断信号的最小脉宽有规定，如果脉宽小于了规定值，则可能引起模块无响应或无法正常工作。请参照图4.15（b），在MCU 侧或采用如下电路对可能输入的最小脉宽进行限制。

Fo输出是集电极开放型端口，此端口输出必须经一个10kΩ电阻上拉到5V电源。

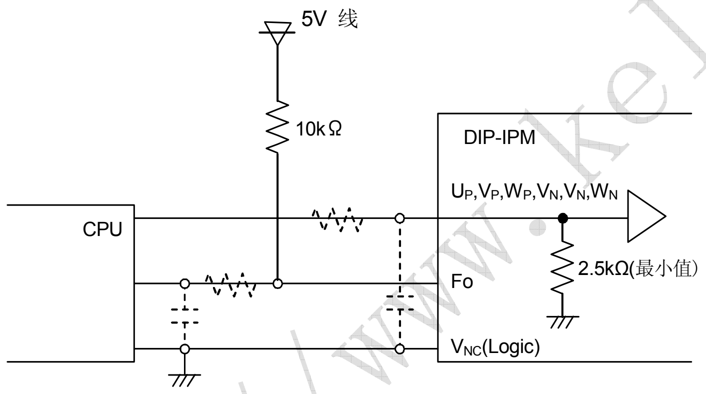


图 4.15（a） 输入信号连接

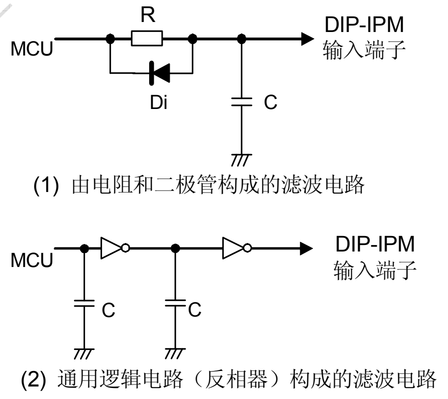


图 4.15（b）窄脉宽 OFF 信号的滤波电路

注: 输入端 RC 退耦容量随着应用系统的 PWM 控制方式和配线不同而变化。DIP-IPM 输入信号在 IC 内置 2.5kΩ(min)的下拉电阻。如果在输入端插入滤波电阻的话，请注意 DIP-IPM 的输入电平满足阈值规格的要求。

4.4.6 母线电流检测电阻的连线注意事项

外部旁路电阻主要用于检测由短路引发的过电流。如果旁路电阻和DIP-IPM之间的引线过长的话，线路感抗引起的浪涌电压有可能会破坏DIP-IPM内部的IC。因此，旁路电阻和DIP-IPM之间的布线应尽可能的短。

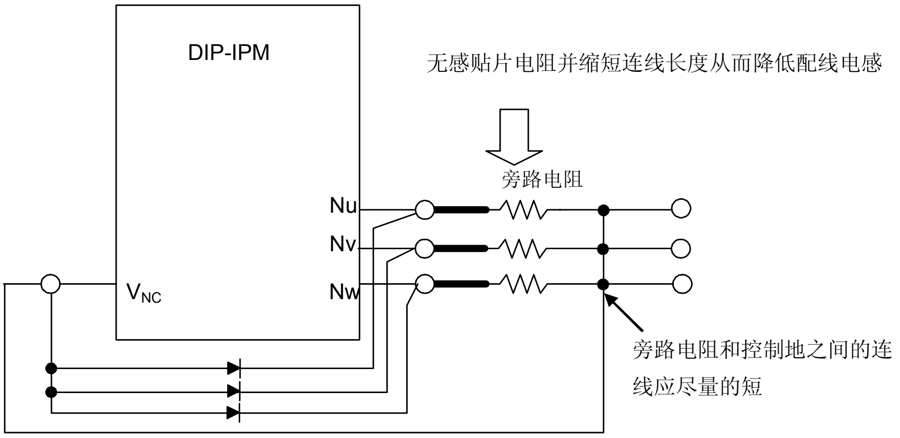


图 4.16 推荐的短路电流检测电阻接线示意图

4.5 短路保护功能

4.5.1 短路保护时序

短路保护(仅对下臂)：通过外部的旁路电阻和 RC 时间常数电路来实现。
a1. 正常运行： IGBT导通载流。
a2. 短路电流检测(SC触发)，滤波电路时间常数1.5～2.0μs。
a3. IGBT栅极硬中断。
a4. IGBT关断。
a5. Fo计时器开始工作，Fo信号的脉冲宽度由外部电容C_{FO}来设置。
a6. 输入信号电平“L” = IGBT关断。
a7. 输入信号电平“H” = IGBT导通。
a8. IGBT处于关断状态。

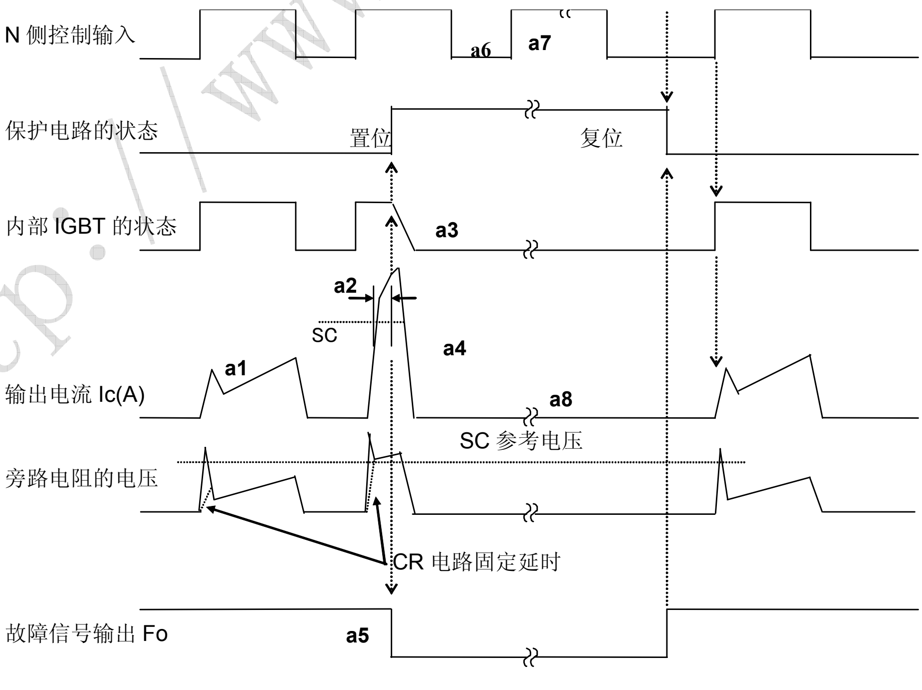


图 4.17 输短路保护的时序图

注：在下臂输入控制信号为高电平(HIGH)时进行保护复位，IGBT 要在下一个控制信号由低电平变为高电平时才能重新开通。

4. 5. 2 DIP-IPM 的安全工作区（SOA）

本节对 DIP-IPM 的 SOA 加以说明。
V_{CES}： DIP-IPM 内部 IGBT 的集电极－发射极之间的最大额定电压值。
V_{CC}： P-N 间的电源电压。
$V_{CC(surge)}$：V_{CC} 加上由直流母线电容和母线间的配线电感产生的浪涌电压后的电压
$V_{CC(PROT)}$：DIP-IPM 能自身保护的直流母线电压。

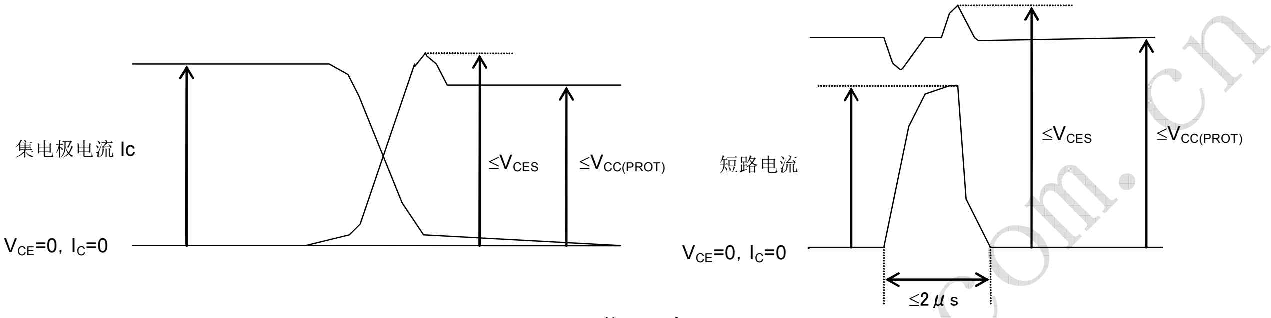


图 4.18 开关及短路 SOA

V_{CES} 表示 DIP-IPM 内部 IGBT 的最大额定电压（1200V）。从 V_{CES} 中减去 DIP-IPM 内部引线电感上产生的浪涌电压(200V 或更小)就是 $V_{CC(surge)}$(即 1000V)。另外，$V_{CC(surge)}$减去 DIP-IPM 和直流母线电容之间的引线电感产生的浪涌电压(100V 或更小)就是 V_{CC}(即 900V)。

4. 6 故障输出电路

表 4.4 最大额定值

项目	符号	条件	额定值	单位
故障输出端电源电压	V_{FO}	施加于 Fo 和 V_{NC} 之间	-0.5～V_D+0.5	V
故障输出电流	I_{FO}	Fo 端子的反向电流	1	mA

表 4.5 电气特性

项目	符号	条件	最小值	典型值	最大值	单位
故障输出电压	V_{FOH}	V_{SC}=0V，Fo=10kΩ,5V 上拉	4.9	—	—	V
	V_{FOL}	V_{SC}=1V，Fo=1mA	—	—	1.1	V

因为Fo端子是阳极开放型端子，使用时必须经一上拉电阻将其上拉到5V或15V电位。上拉电阻的选择须满足上述电气特性值.

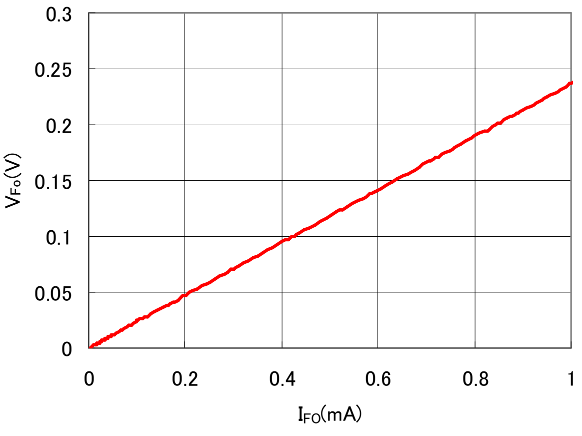


图 4.19 Fo 管脚的伏安特性

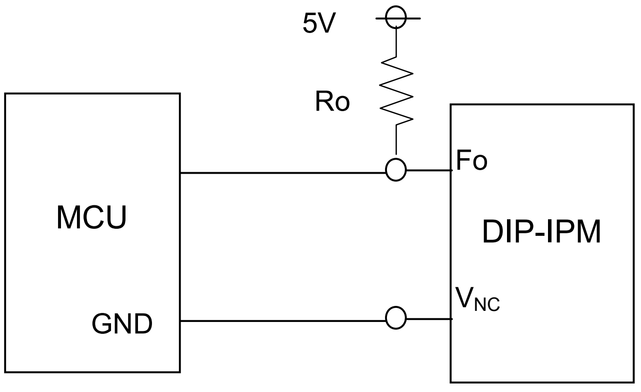


图 4.20 Fo 端子接线举例

4.7 控制电源指南

4.7.1 欠压保护时序

(1)欠压保护（下臂，V_D)

a1.控制电源开启：在V_D 上升到V_{Dr} 后，IGBT开始工作。

a2.正常运行：IGBT导通载流。

a3.欠压保护动作(UV_{Dt})。

a4.无论输入开通还是关断的控制信号，IGBT都被强制关断。

a5. Fo计时器开始工作：Fo信号的脉冲宽度由外部电容C_{FO}来设置。

a6.欠压保护复位(UV_{Dr})。

a7.正常运行：IGBT导通载流。

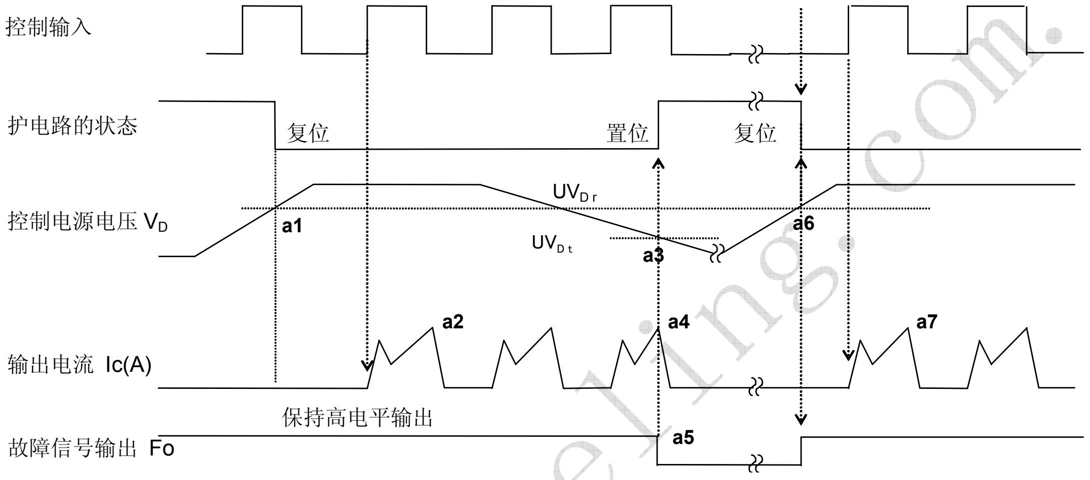


图 4.21 下臂欠压保护时序图

注: 如果欠压保护动作的话，则所有下臂三项的 IGBT 都会被中断。

(2)欠压保护（上臂，V_{DB})

a1.控制电源开启：当 V_{DB} 上升到 V_{DBr} 后，下一个开通信号输入时电路开始工作。

a2.正常运行：IGBT 导通载流。

a3.欠压保护动作(UV_{DBt})。

a4.无论输入开通还是关断的控制信号，IGBT 都被强制关断。

a5.欠压保护复位(UV_{DBr})。

a6.正常运行：IGBT 导通载流。

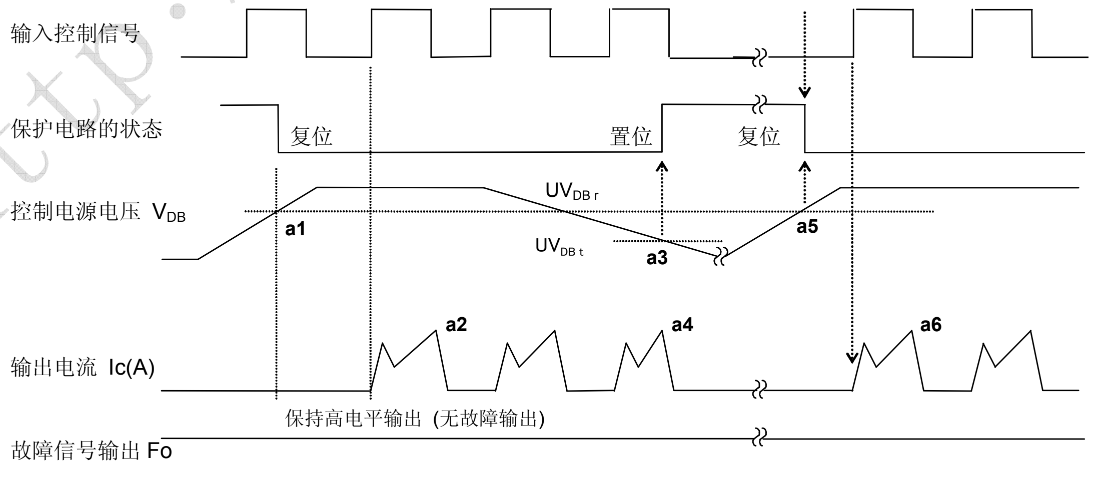


图 4.22 上臂欠压保护时序图

http://www.keling.com.cn

4.7.2 其他指南

表 4.6 列出了 DIP-IPM 在各种控制电源电压范围内的工作状态。请确保包括纹波在内的电压范围在规定的技术参数范围内。

表 4.6 控制电源电压各种范围内 DIP-IPM 的状态

控制电源电压范围(V_D, V_{DB})	状态
0～4.0	• 几乎相当于没有电源 • 外部噪声可能引起DIP-IPM 的误动作(导通) • 电源欠压保护电路不能工作，无 Fo 信号输出。
4.0～12.5	• 即使施加了控制输入信号，DIP-IPM仍处于关断状态，IGBT不工作。 • 电源欠压保护电路开始工作，输出 Fo 信号。
12.5～13.5	•DIP-IPM 的开关运行能被启动。然而，此控制电源电压范围低于推荐值。所以，$V_{CE(sat)}$和开关时间都不在规格书中所给的范围内，这可能导致集电极功耗增大，结温上升。
13.5～16.5	• 正常工作。此范围为推荐值。
16.5～20	• DIP-IPM 的开关运行能被启动。然而，此控制电源电压范围高于推荐值，所以太快的开关时间可能导致芯片的损坏，这是因为它将引起短路运行能力的下降。
20.0～	• DIP-IPM 的控制电路可能被损坏。

注: 仅对 V_D 电源电压有欠压保护。

(1) 对纹波噪声的要求

如果高频噪声叠加到控制IC电源线上，可能会引起IC的误动作从而输出故障信号。为避免此类误动作，应在设计电源电路时使得噪声波动在±1V/us内，纹波电压小于2V。

技术指标：dV/dt≦±1V/μs, Vripple≦2Vp-p

(2) UV 滤波器

当控制电源电压下降时，无论输入信号是开通还是关断，IGBT均被关断。由于模块内置了一个大约10μs(典型值)的滤波器，所以IGBT持续中断到再次接收到复位信号需要大约10μs的时间。

http://www.keling.com.cn

5. 其它事项

5.1 运输注意事项

运输	▪ 按正确的方向放置包装箱，将其倒置、斜放或者施加不平衡力都可能导致电极端子变形或者使其树脂外壳损坏。 ▪ 投掷或抛落包装箱可能导致器件损坏。 ▪ 浸湿包装箱可能导致器件工作时被击穿，应注意在雨天或雪天运输时不要弄湿它们。
存储	▪ 建议在温度为 5～35℃、湿度为 45～75％范围内的环境里储存模块。如果存储条件与此相差甚远，模块的质量和可靠性将会下降。
长期存储	▪ 当长时间(超过一年)储存模块时应保持它们的干燥。另外，在长时间存储后使用模块时应注意其外表没有可视的裂痕、变形或发锈等。
周围环境	▪ 应使模块远离那些水或有机溶剂可直接接触到它们的地方或者那些可能存在腐蚀性气体、易爆气体、微小灰尘或盐的地方，所有这些都可能产生严重的问题。
配置	▪ 环氧树脂和外壳材料都是有符合 UL 标准 94-V0 的良好产品构成，它们具有阻燃性。
静电影响	▪ DIP-IPM 模块采用适用于 MOS 栅极结构的专用 IC。为了避免模块因静电而损坏，请注意下列事项： (1) 防止静电击穿的注意事项 如果由人体和包装材料的静电引起相当高的过电压(超过输入端子的最大额定电压)施加于控制端子上，就可能导致模块损坏。为了避免因静电而击穿，重要的是尽可能的控制静电的产生并在其出现时尽可能快的将其释放掉。 * 不要采用在运输过程中易产生静电的包装物。 * 确保在模块即将使用前一直用导电泡沫塑料将其控制端子短路。另外，不要用手直接接触端子。 * 装配过程中(导电泡沫塑料取出后)，设备和人体都应接地。建议在工作台表面及其周围要铺设接地的导电垫。 * 当已安装模块的印刷电路板上的端子开路时，模块可能会因印刷电路板上的静电而损坏。 * 使用电烙铁时，电烙铁焊头应接地。 (2) 控制端子开路时的注意事项 * 控制端子开路时，不要在集电极与发射极之间加电压。 * 取出模块前，请将各端子短路。

http://www.keling.com.cn

安全设计注意事项

• 本公司尽最大的努力来提高产品的质量和可靠性。然而，半导体产品仍有可能被破损或者发生故障。所以应重视安全性，采取冗余的、防火的和防故障的设计，使得即使这些产品被击穿或出现故障，也不会导致包括人的生命、火灾和社会问题在内的事故。

使用本手册时的注意事项

• 本手册仅做为客户应用三菱电机半导体产品时的参考材料。所以，本公司并不承诺允许使用与本手册中描述的产品信息有关的知识产权和其它专利权。

• 对于使用本手册所描述的产品数据、图形、表格以及应用电路举例而造成的任何损坏事故和任何侵害第三者权益的行为，本公司不承担任何责任。

• 本手册中所描述的产品数据、图形和表格在其发表的时候均为正确的，它们将来可能会发生变化，恕不另行通知。在购买相关商品之前，请与三菱电机或其代理商取得联系，以确认这些产品的最新信息。

• 本手册中所列产品并非用来设计与那些可能直接危害人的生命的器件或系统一起使用的。如果您需要将这些产品应用于如运输设备、医疗仪器、航空器械、核反应控制器、燃料控制器或者海底传输装置，请与三菱电机或其代理商联系。

• 对于本手册的传播和复制，要事先取得三菱电机的书面许可。

• 如果您对本手册有任何疑问，请与三菱电机或其代理商联系。

http://www.keling.com.cn